

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re patent application of

S. KITAKA et al.

Serial No.: not yet assigned

Examiner: not yet assigned

Filing Date: December 21, 2001

Group Art Unit: not yet assigned

For: WAVELENGTH MONITORING APPARATUS

Assistant Commissioner of Patents  
Washington, D.C. 20231

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application Number 2000-391817 dated December 25, 2001 which application the claim for priority is based.

Respectfully submitted,



C. Lamont Whitham  
Reg. No. 22,424

Whitham, Curtis & Christofferson, PC  
11491 Sunset Hills Road, Suite 340  
Reston, Virginia 20190

703-787-9400



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JC978 U.S. PTO  
10/024511  
12/21/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-391817

出 願 人

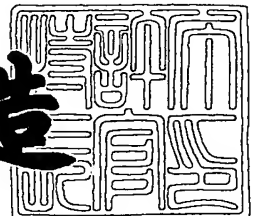
Applicant(s):

日本板硝子株式会社

2001年12月 7日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3107450

【書類名】 特許願

【整理番号】 00P511

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号 日本板硝子株式会社内

    【氏名】 橘高 重雄

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号 日本板硝子株式会社内

    【氏名】 小山 正

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号 日本板硝子株式会社内

    【氏名】 佐々木 康二

【特許出願人】

    【識別番号】 000004008

    【氏名又は名称】 日本板硝子株式会社

    【代表者】 出原 洋三

【代理人】

    【識別番号】 100069084

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 大野 精市

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 012298

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

特2000-391817

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706787

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 波長監視装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周期的多層構造体から構成される光学素子と、前記周期的多層構造体の層面と平行でない少なくとも一方の端面に光学的に結合した光源と、前記周期的多層構造体の層面に平行な少なくとも一方の表面から特定の波長に対して特定の角度で出射する光を検出する手段とからなる波長監視装置。

【請求項 2】

前記光学素子が、使用波長に対して透明な基板上に形成した多層膜層から構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の波長監視装置。

【請求項 3】

前記光学素子が、周期的多層構造体から構成され、その層面が基板表面と垂直であることを特徴とする請求項 1 に記載の波長監視装置。

【請求項 4】

前記光源が半導体レーザである請求項 1 に記載の波長監視装置。

【請求項 5】

前記光を検出する手段が少なくとも 1 個の光検出器である請求項 1 に記載の波長監視装置。

【請求項 6】

請求項 2 に記載の波長監視装置であって、光学素子と、半導体レーザと、光検出器とを同一基板に搭載したことを特徴とする波長監視装置。

【請求項 7】

前記半導体レーザの出射光を前記多層膜層を形成した基板に設けた段差によって前記多層膜層の光入射端面に結合したことを特徴とする請求項 6 に記載の波長監視装置。

【請求項 8】

前記光検出器を前記多層膜層を形成した基板の表面と対向する表面上に設けたことを特徴とする請求項 6 に記載の波長監視装置。

【請求項 9】

請求項 3 に記載の波長監視装置であって、光学素子と、半導体レーザと、光検出器とを同一基板に搭載したことを特徴とする波長監視装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信システム、光計測機器等に用いられる波長監視装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、インターネットの急速な普及により、光ファイバー通信網の容量の増大が強く求められており、その手段として WDM（波長多重）通信の開発が急速に進められている。WDM 通信においては、わずかな波長差の光が個別の情報を伝達することから、波長選択性の良い光分波器、フィルタ、アイソレータといった光学機能素子が必要である。上記機能素子においては、量産性、小型化、集積化、安定性などが強く求められていることは言うまでもない。

【 0 0 0 3 】

波長多重光通信においては、人為的に複数の波長を多重化した光信号を使用するため、複数の波長の光を発生させる光源が必要になる。初期の波長多重通信では、その波長間隔は例えば  $1.3 \mu\text{m}$  と  $1.55 \mu\text{m}$  のように、かなり大きかった。しかし近年の通信容量の増大にともない、 $1.55 \mu\text{m}$  付近で、周波数間隔  $100 \text{ GHz}$ （波長間隔約  $0.8 \text{ nm}$ ）の波長多重化、さらには  $50 \text{ GHz}$  間隔（波長間隔約  $0.4 \text{ nm}$ ）の波長多重化が必要とされ、すでに実用化も進められている。このように、波長間隔が小さくなってくると、光源として用いられる半導体レーザの波長安定性が重要になってくる。

【 0 0 0 4 】

半導体レーザの発振波長は、温度により著しく影響されるため、通常は波長の監視機構が備えられる。そのモニタ出力信号を温度コントローラにフィードバッ

クし、発振波長を一定に維持するように制御が行われている。エタロン（ファブリ・ペロー光共振器）を用いた波長監視用光学系の一例を図11に示す（例えば、IEEE Photonic Technology Letters, 11巻、11号、p.1431、1999年参照）。中央の半導体レーザ（LD）10の左側がいわゆるフロントサイドであり、光信号の伝送光学系である。LD10の前方端面から出射される光信号を伝送するため、レンズ系80を用いて光ファイバ50に結合する。LD10の右側がいわゆるバックサイドであり、LDの発振波長のモニタ用光学系である。LD10の後方端面から出射される光を波長監視用に利用する。LD10の出射光をコリメートレンズ82で平行光とし、エタロン84に入射する。エタロン84を透過した光を集光レンズ86で集光し光検出器30に入射する。エタロン84の共振器長は監視する波長に対応するように精密に調整されていて、波長が変動すると透過光量の変動するため、光検出器30の出力変動として検知される。この出力信号をLD10の温度コントローラ（図示していない）にフィードバックすることにより、LD10の発振波長の変動を抑制することができる。波長変動の検出には、上記のエタロンの他、分光作用またはフィルタ作用のある光学素子が用いられる。例えば、光学フィルタ、光ファイバ・ブラッグ回折格子などがその例である。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記の例のように従来の波長監視装置はLDの出射光をコリメートし、光学素子を介して光検出器に入射させるための光学系からなる。このような光学系では、有効な光結合を生じさせるために、レンズ等の光学部品が必要とされ、また精密な調整を行う必要がある。このため装置全体を小型化するのが難しく、また部品点数が多く、温度変動、衝撃等の環境変動に対する安定性を維持するのが難しいという問題点があった。

このような課題を解決するため、本発明では小型で調整が不要な波長監視装置を提供することを目的とする。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の波長監視装置は、周期的多層構造体から構成される光学素子と、この

多層構造体の層面と平行でない少なくとも一方の端面に光学的に結合した光源と、多層構造体の層面に平行な少なくとも一方の表面から特定の波長に対して特定の角度で出射する光を検出する手段とからなる。

周期的多層構造体から構成される光学素子の形態は、使用波長に対して透明な基板上に形成した多層膜層から構成される。光源としては半導体、光検出手段としては光検出器を用いることができる。

#### 【0007】

この場合、多層膜層を形成した基板に半導体レーザと光検出器とを集積するのが望ましい。その際、半導体レーザの出射光を多層膜層を形成した基板に設けた段差によって多層膜層の光入射端面に結合することができる。また、光検出器は多層膜層を形成した基板の表面と対向する表面上に設けることができる。

#### 【0008】

本発明の波長監視装置は、一次元フォトニック結晶として機能する周期的多層構造体の作用により、波長変動を出射角の変化として検出する。この波長変動による出射角の変化は、例えば従来の回折格子などに比べると非常に大きいため、装置全体を小型化できる。また周期的多層構造体は通常、基板上に形成するため、同一基板上に光源と光検出手段を集積化するのに適している。このため、レンズ等の光学部品が不要となり、小型で安定性に優れた波長監視装置が提供できる。

#### 【0009】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について具体的に説明する。

光機能素子のなかで、光の波長程度もしくはそれ以下の厚さを有する薄膜を石英やガラスなどの基板上に積層した多層膜を、反射防止膜、偏光分離フィルタ、波長選択性フィルタなどとして利用した光学素子は既に実用化しており、広く用いられている。

#### 【0010】

ところで、光学的多層膜の利用にあたっては、通常基板表面に設けた多層膜層の最上面から最下面まで貫通する光線を前提として考えられているものがほとん



どである。多層膜層の端面、すなわち周期的構造が露出している面を、光入射面もしくは光出射面として使用した例としては、以下のようなものがあるに過ぎない。

## 【0011】

傾いた多層膜層の断面に入射する光線の方の理論的な解析が示され (Applied Physics B、39巻、p.231、1986年)、また、構造的複屈折による偏光分離をねらいとし、多層膜層の屈折率がTE、THの偏光によって大きく異なる性質 (いわゆる構造的複屈折) を利用して、複屈折材料と同様の偏光分離効果を得たことが開示されている (Optics Letters 15巻、9号、p.516、1990年)。さらに周期的多層膜層を1次元フォトリソニッククリスタルと考え、第1バンドの形状がバンドギャップ近傍で直線状となることから、非常に大きい分散 (スーパープリズム効果) が得られるとした報告もある ("International Workshop on Photonic and Electromagnetic Crystal Structures" Technical Digest, F1-3)。

本発明者らはこれらの基礎的研究成果から示唆を受けて以下に説明する光学素子の発明に至った。

## 【0012】

図1は本発明の実施形態における光学素子を模式的に示した断面図である。透明な平行平面基板2の片側表面に、周期的多層膜層1を形成する。多層膜は、例えば厚さ $t_A$ の物質A (屈折率、 $n_A$ ) と厚さ $t_B$ の物質B (屈折率、 $n_B$ ) を交互に積み重ねた周期 $a = (t_A + t_B)$  の構造とする。

## 【0013】

本発明者らの実験によると、多層膜層1の端面1aを研磨して波長 $\lambda$ のレーザー光 (入射光) 3を入射させると、大部分の光は多層膜層1内部での導波光4となる。ところが、一部の光は基板2側への漏出光5となる。この漏出光5の方向 (角度 $\theta$ ) は波長 $\lambda$ に対してほぼ一定であり、指向性の非常に良い光束となる。また、 $\theta$ の値は $\lambda$ が異なると大きく変化するため、入射光3の波長変化を角度 $\theta$ の変化として高感度で検出できる。

## 【0014】

上記現象の原理について簡単に説明する。

図2は本発明が対象とする周期的多層構造体100の一例を示す斜視図である。屈折率 $n_A$ をもち厚さ $t_A$ の物質Aと屈折率 $n_B$ をもち厚さが $t_B$ の物質Bが層状に繰り返してY方向に積層されている。各層の境界面、表面100bは(X、Z)平面内において互いに平行である。この境界面、表面100bをここでは層面と総称する。この多層構造体の周期 $a$ は $(t_A + t_B)$ に等しい。

## 【0015】

このような周期的多層構造体の端面(層面とは平行でない面)100aに波長 $\lambda$ の光を入射したとき、この光がこの周期的多層構造体内100でどのように伝搬するか解析すると、一定条件においてこの周期的多層構造体100はいわゆるフォトニック結晶としてはたらく、伝搬する光に特異な効果を発現させることがわかる。

## 【0016】

ここで、屈折率が均質な2つの媒体の境界における光の屈折を作図によって表現する方法を図3を用いて説明する。屈折率 $n_A$ の媒体Aと屈折率 $n_B$ の媒体B( $n_A < n_B$ とする)の媒体A側境界面近傍を、境界面と平行に進む光線 $R_A$ は、角度 $\theta$ の屈折光 $R_B$ となって媒体B側に放出される。

## 【0017】

この角度 $\theta$ は、半径が $n_A$ と $n_B$ に比例した2つの円 $C_A$ 、 $C_B$ を用いた作図によって求めることができる。図3に示すように円 $C_A$ 、 $C_B$ を描く。光線 $R_A$ に対応する方向をもつベクトルを円 $C_A$ 上からの法線として描く。この円 $C_A$ 上の点から2つの円の中心を結ぶ直線に平行な直線を引き、円 $C_B$ との交点を求める。この交点から円 $C_B$ の法線方向にベクトルを描くと、これが屈折光 $R_B$ の方向を示している。この円 $C_A$ が均質物質Aに波長 $\lambda$ の光が伝搬する際のもっとも基本的なフォトニックバンドに相当する。

## 【0018】

周期的多層構造体に対してもフォトニック結晶の理論によりバンド図を計算することができる。計算の方法は、“Photonic Crystals”, Princeton University Press (1995) あるいは、Physical Review B 44巻、16号、p.8565、1991年、などに詳しい。

## 【0019】

図2の周期的多層構造体100はY方向（積層方向）には無限に続く周期構造を有し、XおよびZ方向（平面の広がる方向）には無限に広がっていると仮定する。図4は、

$$n_A = 1.44 \quad (t_A = 0.5a)$$

$$n_B = 2.18 \quad (t_B = 0.5a)$$

の層を交互に重ねた周期aの多層構造体についての、平面波法によるバンド計算の結果を、複数の波長に対するTE偏光の第1～第3バンドについて示したものである。各図は、逆空間における1周期を表わすブリルアンゾーンである。縦はY軸方向で上下の境界線は中心から  $\pm \pi/a$  の範囲を表わす。横はZ軸方向（X軸方向も同じ）であり、周期性がない方向なので境界線は存在せず、図の両端は計算の範囲を示す便宜的なものである。ブリルアンゾーン内での位置は多層構造内での波数ベクトルを、曲線は入射光の波長 $\lambda$ （真空中）に対応するバンドを意味する。なお、図4の各曲線に対して示した数字は多層構造体の周期／波長（ $a/\lambda$ ）の値である。周期的多層構造体に対するバンド図は $a/\lambda$ がある値より大きくなると、不連続（いわゆるフォトリックバンドギャップ）が生じる。

## 【0020】

図5は波長 $\lambda$ の入射光3が周期的多層構造体に入射したときのZ軸方向への導波光とそれらがこの多層構造体の表面に接する媒体への屈折光（漏出光）を第3バンドについてそれぞれ示している。多層構造体内の光線はバンド図に示される曲線の法線として表わされるので、第3バンドにおけるZ軸方向の導波光は図5に示す3A、3Bで表される。本発明者らの研究によると、3Aより3Bの方が導波光強度の大きい。各導波光は、多層構造体表面に接する媒体との界面から屈折光となって出射される。ただし、屈折光が放出されるためには、図から明らかのように、円の半径で表される媒体の屈折率が一定値より大きい必要がある。

## 【0021】

同じ導波光に対応する屈折光角度 $\theta$ は、ほぼ一定値となり、出射光は非常に指向性の良い光束となることが予想される。 $\theta$ の値は入射光の波長 $\lambda$ による差が大きいので、高分解能の波長分離が実現する。したがって、図1の構成による多層

構造体は高感度の波長監視装置に応用ができる。

#### 【0022】

周期的多層構造体は、図2に示すような2種類の物質による構成に限定されない。物質は3種類以上であってもよい。ただし積層は各層の屈折率、厚みが一定の周期をもっている必要がある。周期的多層構造体は一般的には $n$ 種類（ $n$ は正の整数）の物質の積層体からなる。1周期を構成する物質1、2、 $\dots$ 、 $n$ の屈折率を $n_1$ 、 $n_2$ 、 $\dots$ 、 $n_n$ 、厚さを $t_1$ 、 $t_2$ 、 $\dots$ 、 $t_n$ とする。また使用波長 $\lambda$ における多層構造体一周期あたりの平均屈折率 $n_M$ を

$$n_M = (t_1 \cdot n_1 + t_2 \cdot n_2 + \dots + t_n \cdot n_n) / a$$

と定義する。1周期 $a$ は、

$$a = t_1 + t_2 + \dots + t_n$$

である。

#### 【0023】

本発明に適した多層構造体の平均屈折率と周期に関する条件は、

$$0.5\lambda / n_M \leq a$$

により表わされる。この範囲であれば、 $0.5\lambda / n_M = a$ の近傍に存在する積層方向のバンドギャップよりも $a/\lambda$ が大きくなるのでフォトニック結晶による効果を発揮することができる。周期 $a$ が上記条件の範囲よりも小さくなると、多層構造体の特性は平均屈折率を有する均質媒体に近いものになってしまう。

以上、周期的多層構造体を用い、光を構造の周期性の方向に対して垂直に入射させることにより、波長監視装置としてののはたらきを実現できることを述べた。

#### 【0024】

つぎに、この機能を利用した半導体レーザ（LD）の波長監視装置の構成について説明する。LDはMOCVD法、MBE法などの方法により基板上にコア層とクラッド層をエピタキシャル成長させることによって製造される。LDの素子構造によって、レーザ光は膜の端面、あるいは表面から出射させることができる。ここでは、端面からレーザ光を出射するタイプを用いる場合について述べるが必ずしもこのタイプに限定されるものではない。

#### 【0025】

LD端面からの出射光は楕円形のビームパターンを持っており、このような光を利用するにあたっては、一般にレンズなどの結合素子を使って集光する必要がある。ただし導波構造をもつ素子に結合する場合には、LDの出射端面と素子の入射端面を十分に近接することにより、結合損失を4 dB程度に抑えることができる（IEICE Trans. Electron., E80-C巻、1号、p.107、1997年参照）。本発明では、前述の多層膜層にLDを近接配置して結合することにより、レンズを介した集光光学系を省くことにより装置を小型化した。もちろん、レンズ等の集光光学系により、LDの出射光を集光して多層膜層端面に入射してもよい。

## 【0026】

基板の上に精度良く作製された種々のガイド溝などにしたがって、信号伝送用の光ファイバや半導体レーザなどを一体配置することにより、各部品の光軸を無調芯で一致させることも可能である。部品点数が少なく調整がほとんど不要のため、目的とする波長監視を安定して精度よく行うことができる。このような構成では、波長監視用光学系だけでなく、光信号伝送用光学系をも一体として集積化したコンパクトで低コストなLD光源モジュールを実現することができる。

## 【0027】

以下、具体的な構成例について説明する。

図6に示すように、厚さ0.3 mmのシリコン基板12を加工して光ファイバ50のガイド溝13、LD配置用の溝14、多層膜層形成用のテラス15を設けた。多層膜層形成用テラス15に多層膜層1を形成したときに、その端面1aの中心高さが、LDの活性層11の高さになるようにテラス15とLD配置用の溝14の間の段差16を設計した。

## 【0028】

テラス15部分のシリコン基板12の表面にはシリカ層を厚さ約10  $\mu$ m堆積し、バッファ層とした。このバッファ層表面に酸化チタン（厚さ $t_2=470$  nm）とシリカ（厚さ $t_1=470$  nm）の薄膜を連続して形成して1周期とし、これを20周期（40層）繰り返した。

## 【0029】

この場合、漏出光5の出射はシリコン基板12側になるので、基板12の裏面

12bに目的とする波長に感度のあるフォトダイオード（光検出器、PD）30を接着剤等で固定し、波長監視用の光検出手段とした。PD30の位置は、図6に示すように出射角度 $\theta$ が概略 $75^\circ$ である漏出光が入射する位置とした。また、LD10はInGaAsP/InP系からなる、波長 $\lambda = 1.3\mu\text{m}$ 付近のものを使用した。なお、漏出光は多層膜層1の上方の空気側にも発生し得る。基板側の漏出光強度を向上させるためには、多層膜層1の表面1bに光反射層17を設けてもよい。この光反射層17としては反射率の高い金属薄膜等を用いればよい。

#### 【0030】

温度変動等の要因によりLD10の発振波長が変動すると、基板12裏面に漏出光5が到達する位置が変動する。これによってPD30の出力電流が変化する。この電流変動をモニターすることによりLD10の波長変動を監視できる。

#### 【0031】

PD30が検出した光強度と入射波長の関係を図7に示す。いま、多層膜層1の端面1aに波長 $\lambda$ の光を入射すると、一定の出射角度 $\theta$ をもつ漏出光5が生じる。この漏出光5が到達する位置の基板12の裏面12bにPD30を配置する。温度変動など何らかの要因でLDの波長が $\Delta\lambda$ だけ変動すると、多層膜層1からの漏出光5の出射角度は $\Delta\theta$ 変化する。このため、有限の受光面をもつPD30の出力電流は、入射光量の変化により変化する。このとき、PD30の出力電流と波長 $\lambda$ の関係を同図に示す。すなわちPDの出力電流の変動をモニターすることにより、LD10の波長がどのように変動したか知ることができる。例えば、図7の場合、PDの出力電流、すなわち光強度が増加すれば長波長側にずれ、減少すれば短波長側にずれたことになる。この情報をもとに、短波長側にずれた場合は、LD10の温度が下がったことを意味するため、温度コントローラに温度上昇を指示する信号を送って波長を調整することができ、長波長側にずれた場合は、その反対の操作を行えばよい。

#### 【0032】

さらに図8のように2個のPD31, 32を近接して配置してもよい。正規の波長における両PDの出力電流の比を予め測定しておく。この比はできるだけ1

: 1 に近いことが望ましい。波長変動によりこの比が変動するのでこれを監視する。1 個の PD を用いる場合には、出力電流の絶対値を監視するため、波長変動以外の要因、例えば温度変動で出力電流が変動した場合、その原因を識別できない。2 個の PD の出力の比を利用すれば、温度変動などによる出力変動の影響は除去できる。

## 【0033】

さらに他の応用例を説明する。多層膜層 1 からなる光学素子の端面 1 a に 2 つの波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\dots$  の光を入射すると、異なる出射角度をもつ漏出光 5-1、5-2、 $\dots$  が生じる。図 9 に示すようにそれぞれの漏出光が到達する位置の基板 12 の裏面 12 b に複数個の PD 30-1、30-2、 $\dots$  を配置する。このとき、隣合う 3 個の PD 30-(i-1)、30-i、30-(i+1) の出力電流と波長  $\lambda$  の関係を同図に示す。波長  $\lambda_i$  の漏出光 5-i は PD 30-i の中心位置に到達するが、両側の PD 30-(i-1)、30-(i+1) にはほとんど入射しないため、各 PD が検出する光強度には顕著な差異が生じる。そこで図のように一定の電流レベル  $I_L$  を定め、この電流レベル  $I_L$  と PD の出力電流を比較することにより、所定波長の光が到達しているかどうかを検知できる。もちろん、波長の数に従ってフォトダイオードの数を増加し、これらをアレイ状に配列すれば多数の波長を監視できる。

## 【0034】

多層膜層からの漏出光は指向性が強いいため、非常に狭い範囲に到達する。あらかじめ、多層膜層の幅を狭くしておくことにより、スリットの効果も出すことができる。

## 【0035】

上記の例では、周期的多層構造体を多層膜層で実現した例を示したが、図 10 に示すような、基板に垂直な方向の周期構造を作製し応用することも可能である。このような構造は微細加工技術により作製できる。具体的な方法を説明する。

## 【0036】

シリコン基板 22 上にホトレジストを塗布し、ホトマスクを用いて所望の間隔と太さをもつ複数のストライプ状パターンを露光し、現像する。このホトレジス

トパターンをマスクとしてシリコン基板22を適当なエッチング液によりエッチングすることにより、基板22に垂直なシリコンと空気の層からなる周期的多層構造体20を形成できる。このような周期的多層構造体20の端面20aに出射光が結合するようにLD10を基板22上に配置する。光ファイバ50を所定位置に固定する溝13やLD10の位置決めに用いるガイド（図示していない）を基板上に作製してもよい。

#### 【0037】

多層構造体20の端面20aからLD10の出射光を入射させると、多層構造体20の表面20bに対して一定の角度 $\theta$ をもち、かつ基板20に平行な方向で出射光（漏出光）25が得られる。所定波長の出射光が出射される方向にPD40を配置する。PD40は導波路型であることが望ましい。PDは、上記多層膜層の場合と同様に、目的によって複数個配置することもできる。LD同様にPD40の位置を決定するためのガイドを作製してもよい。また漏出光を集光するレンズを同一基板上に作製することもできる。この構成の場合、出射光25は基板22と平行になるため、すべての素子を同一基板上に集積化することができ、さらに装置をコンパクトにすることができる。

#### 【0038】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、周期的多層膜層からの漏出光が良好な指向性をもち、その方向が大きな波長依存性をもつことを利用して、装置を大型化することなく高分感度の波長モニター装置を実現することができる。多層膜の製作は既存の技術を用いて比較的安価に量産することができるので、これらの光学素子の低価格化を図ることが可能となる。また、微細加工技術を用いることにより、さらにコンパクトな素子が形成できる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明の基礎となる周期的多層構造体の効果を示す模式図である。

#### 【図2】

周期的多層構造体の基本構造を示す図である。



【図 3】

均質な薄膜層への入射光の屈折角を表わす図である。

【図 4】

周期的多層構造体のフォトニックバンド図の一例を示す図である。

【図 5】

周期的多層構造体の第 3 バンドにおける導波光と屈折光の関係を示す図である。

【図 6】

本発明の波長監視装置の実施例を示す図である。

【図 7】

本発明の波長監視装置の使用形態を示す図である。

【図 8】

本発明の波長監視装置の他の使用形態を示す図である。

【図 9】

本発明の波長監視装置の他の使用形態を示す図である。

【図 1 0】

本発明の波長監視装置の他の実施例を示す図である。

【図 1 1】

従来の半導体レーザ用波長監視装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1 多層膜層
- 2 基板
- 3 入射光
- 4 導波光
- 5、2 5 漏出光
- 1 0 半導体レーザ
- 1 2、2 2 シリコン基板
- 1 5 テラス
- 1 6 段差

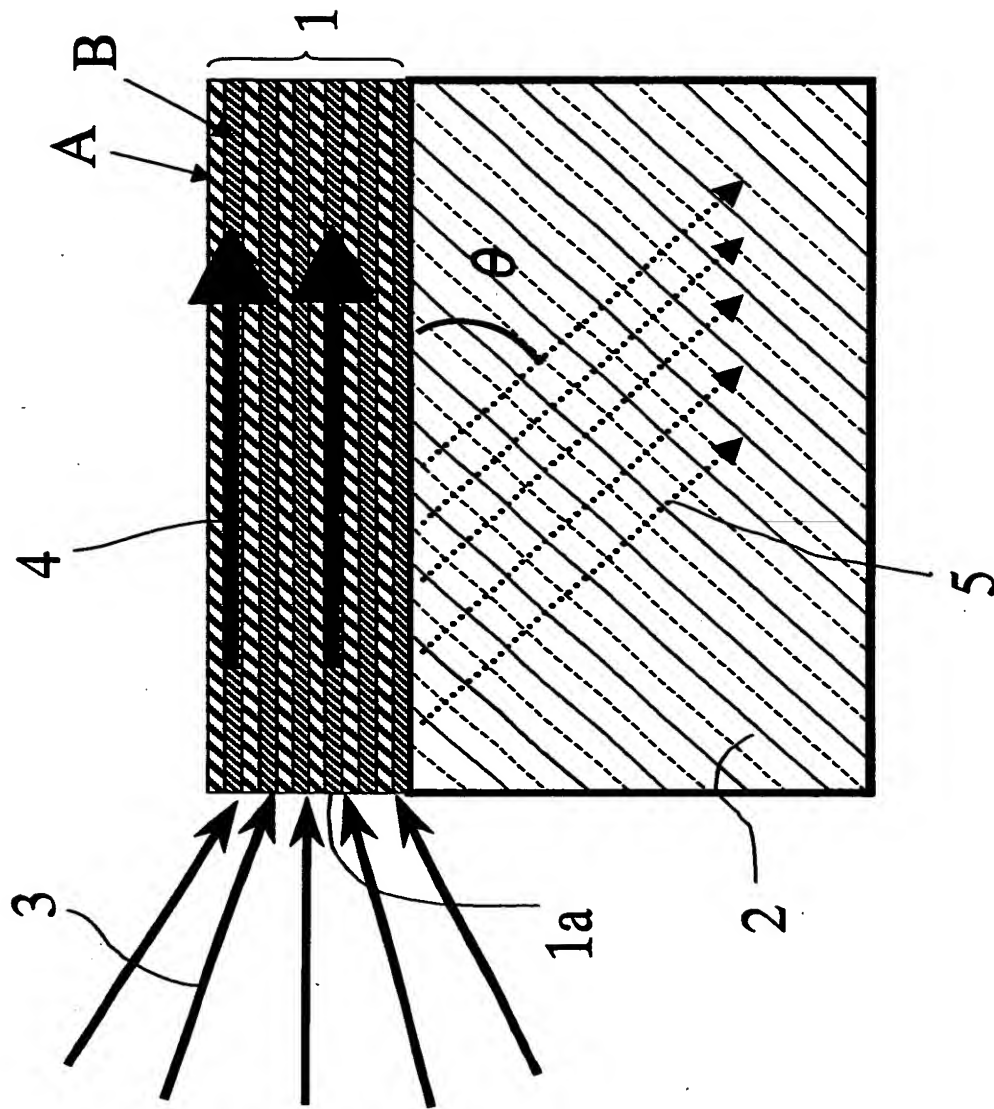
20、100 周期的多層構造体

30、40 光検出器

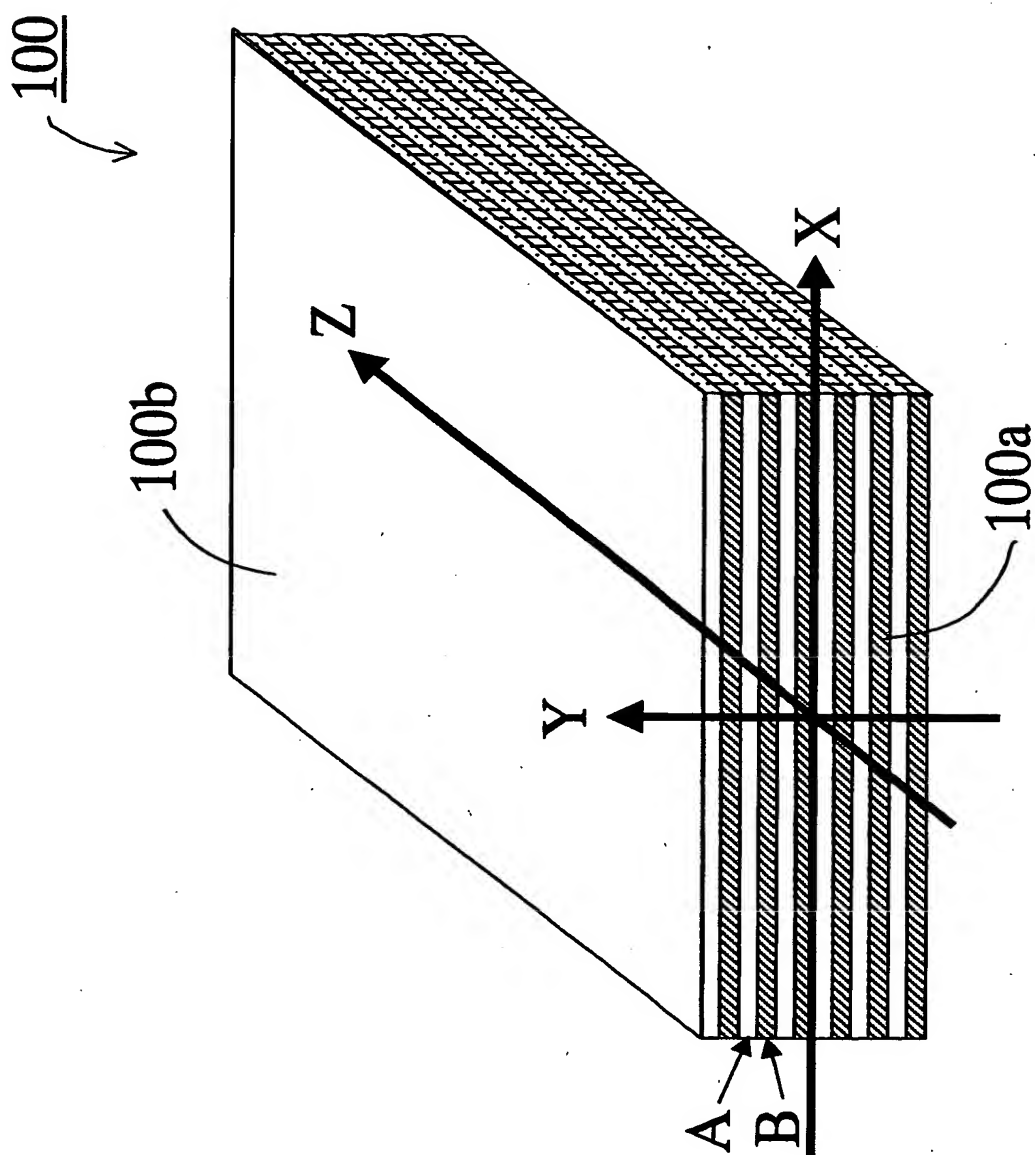
50 光ファイバ

【書類名】 図面

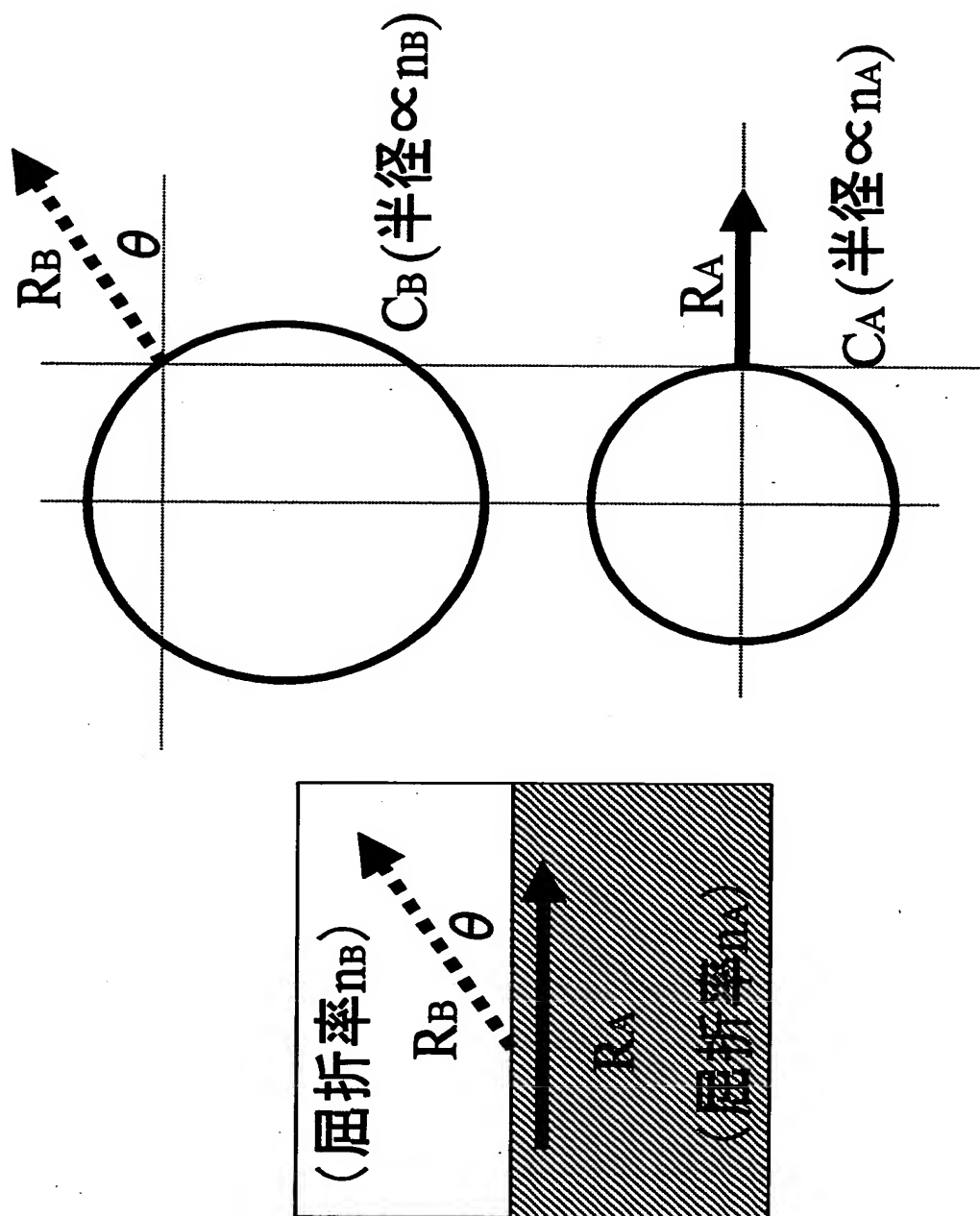
【図1】



【図 2】

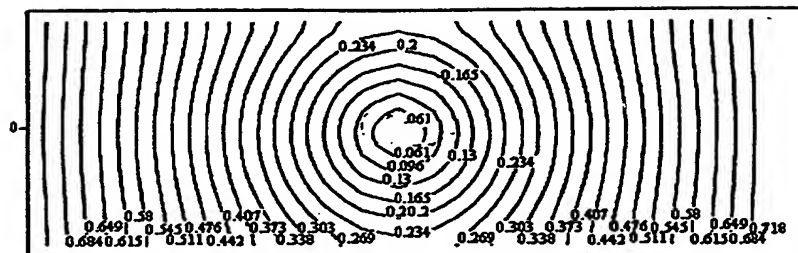


【图 3】

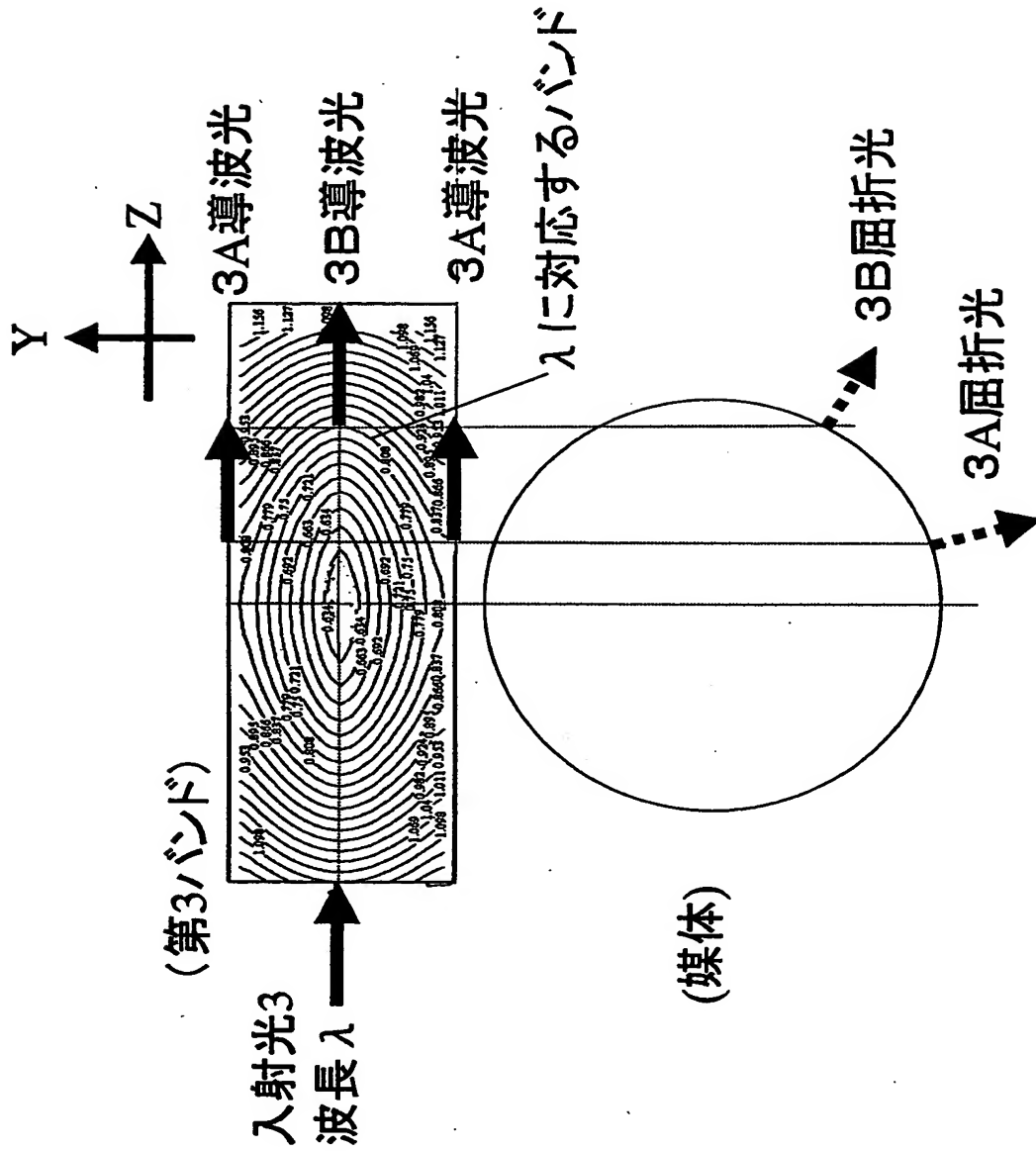


【図4】

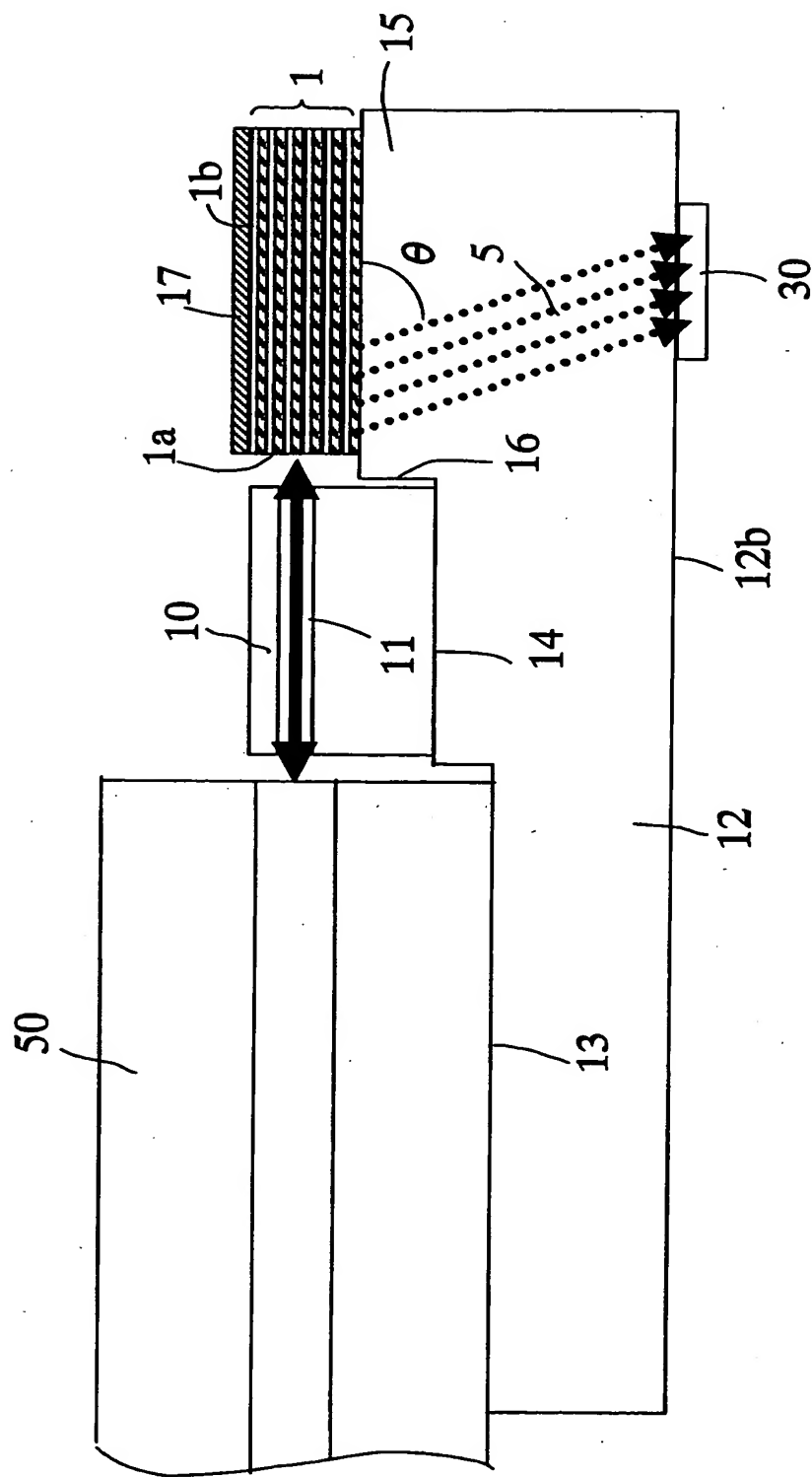
(TE第1バンド)



【図 5】

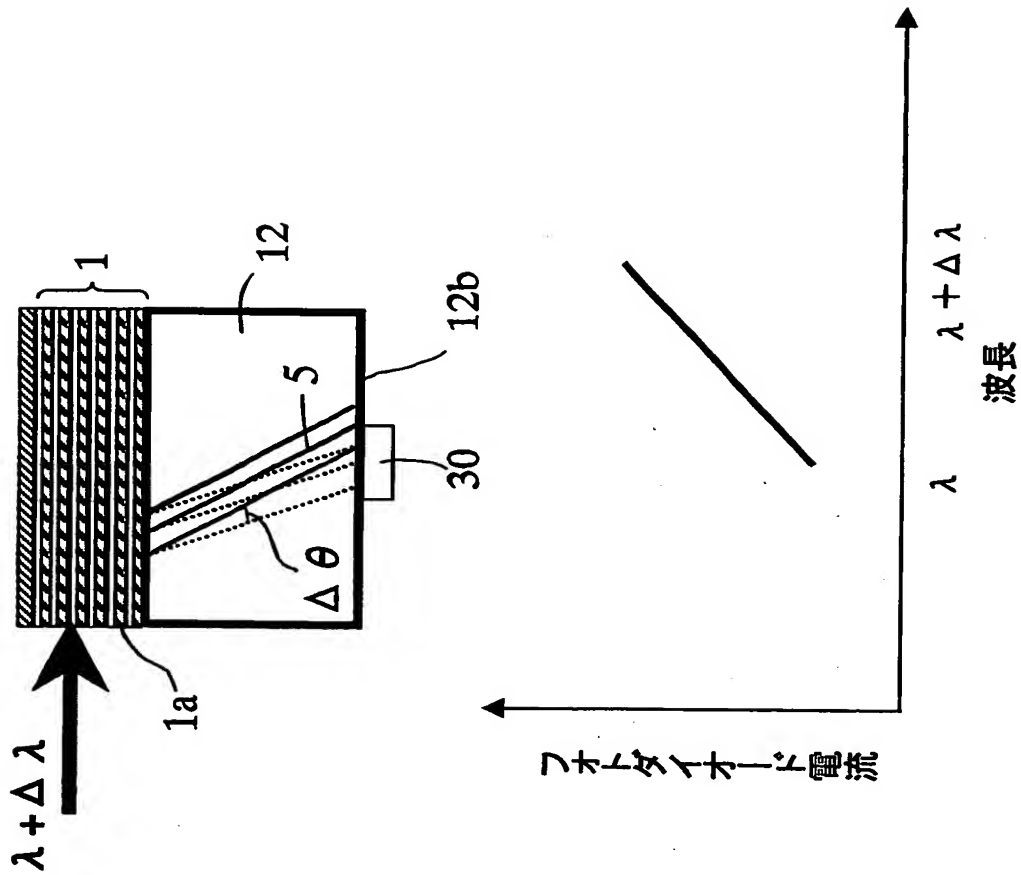


【図 6】

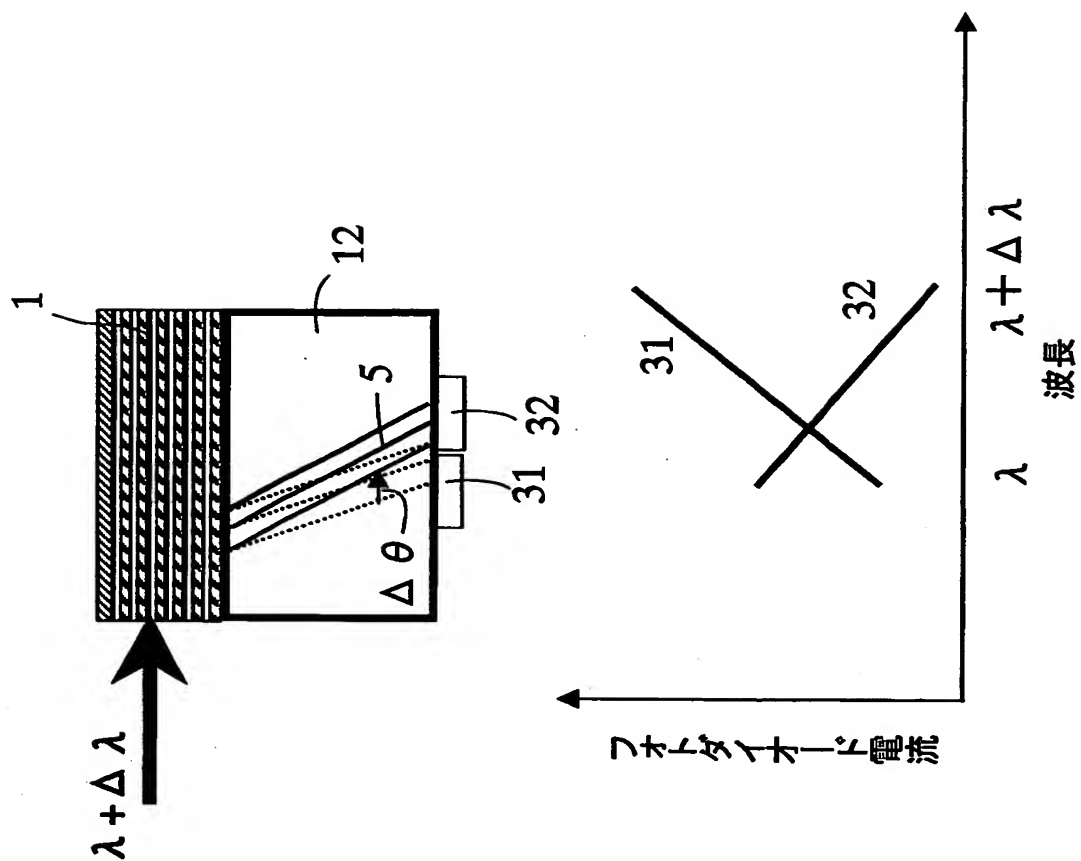




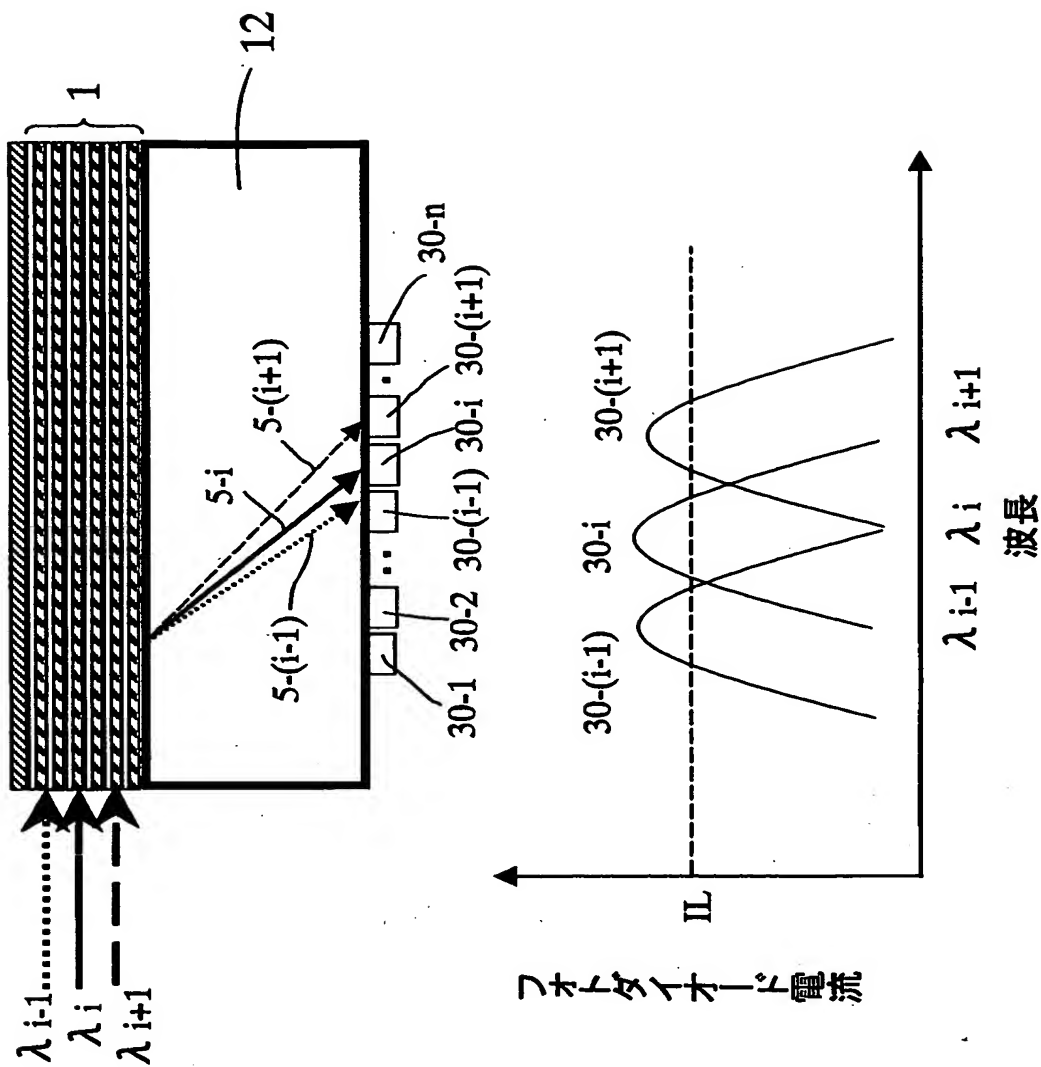
【図 7】



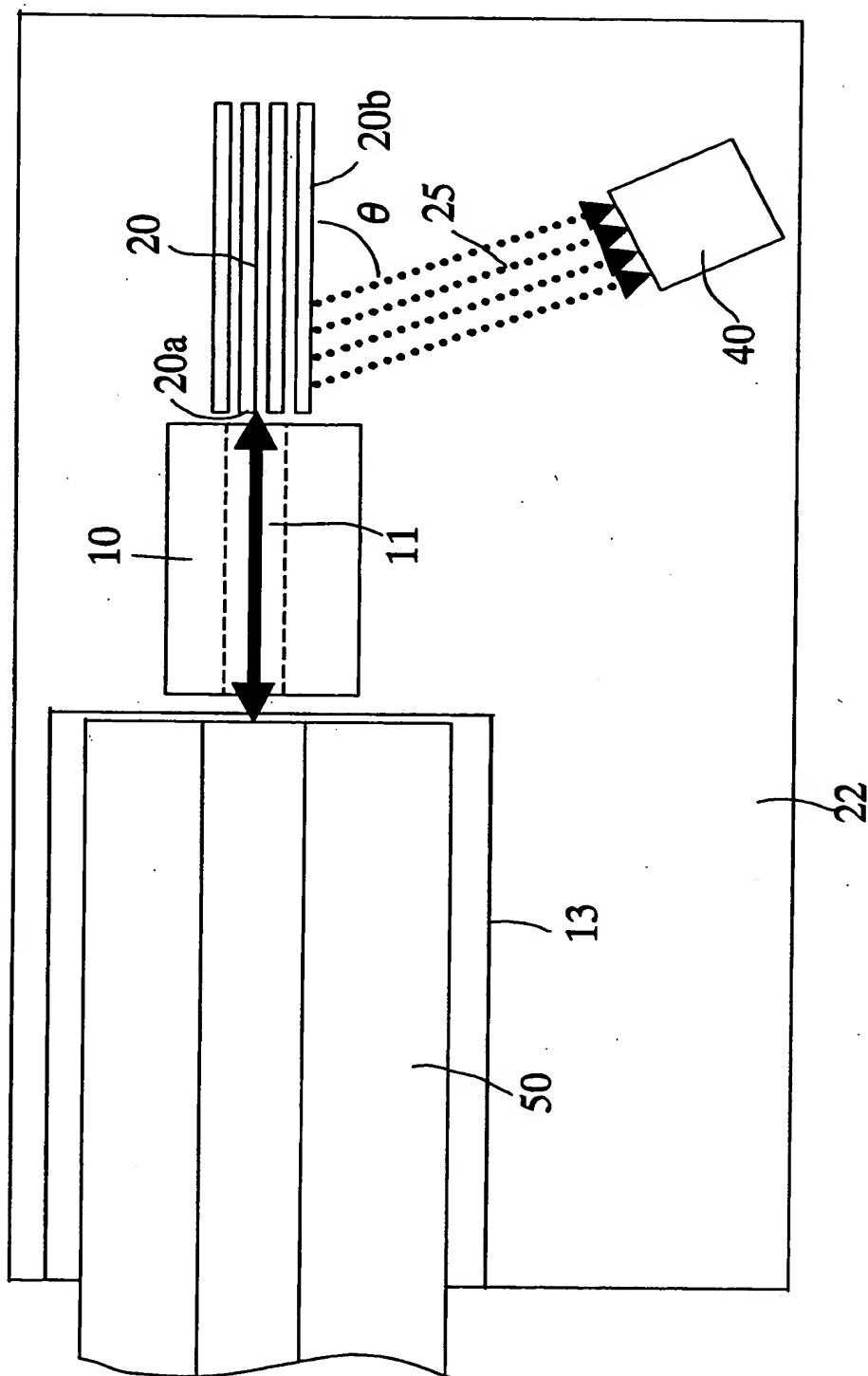
【図8】



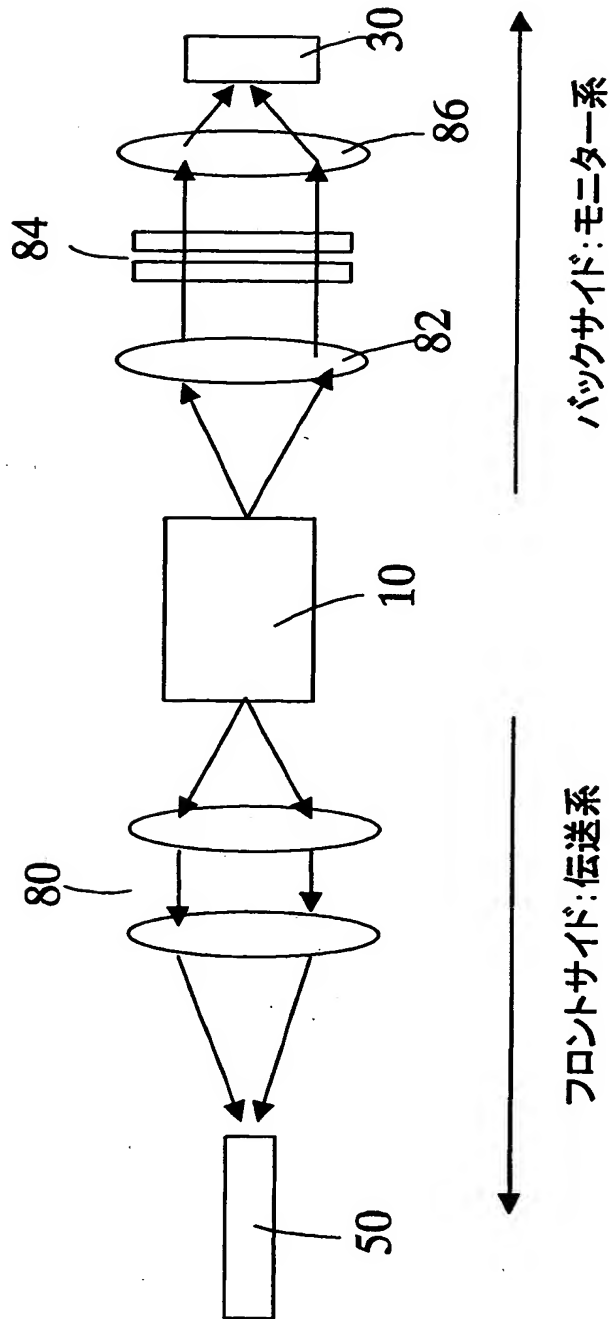
【図9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

従来の波長監視装置はLDの出射光をコリメートし、光学素子を介して光検出器に入射させるための光学系からなる。このような光学系では、有効な光結合を生じさせるために、レンズ等の光学部品が必要とされ、また精密な調整を行う必要がある。このため装置全体を小型化するのが難しく、また部品点数が多く、温度変動、衝撃等の環境変動に対する安定性を維持するのが難しいという問題点があった。

【解決手段】

本発明の波長監視装置は、周期的多層構造体から構成される光学素子と、この多層構造体の層面と平行でない少なくとも一方の端面に光学的に結合した光源と、多層構造体の層面に平行な少なくとも一方の表面から特定の波長に対して特定の角度で出射する光を検出する手段とからなる。

【選択図】 図6

特2000-391817

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-391817
受付番号	50001665541
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成12年12月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年12月25日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004008]

1. 変更年月日 2000年12月14日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号  
氏 名 日本板硝子株式会社